

5

10

Lötwerkstück, Lötverfahren und Wärmetauscher

Die Erfindung bezieht sich auf ein Lötwerkstück aus Aluminium und/oder Aluminiumverbindungen, auf ein Lötverfahren sowie auf einen derartig gelöteten Wärmetauscher.

15

20

Zum Fügen zweier metallischer Werkstücke mittels einer Lötverbindung ist es erforderlich, dass die an den Oberflächen der Werkstücke gebildete Oxidschicht vor dem Löten zumindest teilweise entfernt wird und beim Lötprozess nicht neu gebildet wird. In der Regel erfolgt dies mit speziellen Lösemitteln für Metalloxide, den sogenannten Flussmitteln. Derzeit ist es beispielsweise zum Hartlöten von Aluminium-Bauteilen für Wärmetauscher, wie sie in der Automobilbranche verwendet werden, üblich, spezielle Lötverfahren einzusetzen, insbesondere das so genannte „Nocolok“-Lötverfahren mit Flussmitteln auf der Basis von Kaliumfluoroaluminaten.

25

30

Bereits die Applikation der Flussmittel gestaltet sich allerdings oft sehr aufwändig und kostenintensiv. Darüber hinaus sind die Bauteile nach dem Löten mit Flussmitteln beaufschlagt, die vielfach aufwändige Reinigungs- und/oder andere Oberflächenbehandlungen nach dem Lötprozess erfordern, um den Anforderungen der Industrie an Bauteile hinsichtlich erwünschter

Eigenschaften, wie korrosionsbeständiger, hydrophiler und/oder haftender Oberflächen und/oder Gesichtspunkten wie der Reinheit, dem Produktdesign oder der Optik gerecht zu werden. So verbleibt auch das im Handel unter der Bezeichnung „Nocolok“ erhältliche Flussmittel nach dem Löten von Aluminium-Bauteilen auf der Oberfläche und überzieht sie mit einer kristallinen Schicht, die je nach Verwendungszweck weiteren Reinigungs- und Konversionsbehandlungen unterzogen werden muss. Außerdem wirkt sich die Anwendung von Flussmitteln negativ für die Umwelt sowie für die verwendeten Geräte und Maschinen aus, die einem erhöhten Verschleiß ausgesetzt sind, was mit einer niedrigeren Standzeit verbunden ist. Darüber hinaus wird die Verwendung von zink- und/oder magnesiumhaltigen Werkstoffen erschwert, da das Zink beziehungsweise das Magnesium mit dem Flussmittel reagiert, so dass der Flussmittelverbrauch erhöht wird und die Materialeigenschaften beeinflusst werden.

Um diese Nachteile zu vermeiden, ist es wünschenswert, ein Verfahren zum Löten von Aluminium zur Verfügung zu stellen, bei dem die Oberfläche eines Lötwerkstücks aus Aluminium oder Aluminiumverbindungen nicht mehr mit einem Flussmittel versehen zu werden braucht.

Ein flussmittelfreies Entfernen oder Aufreißen der an der metallischen Oberfläche gebildeten Oxidschicht kann durch eine Vorbehandlung des betreffenden Werkstücks durch eine Plattierung auf das Lot, beispielsweise das sogenannte Nickel-Aluminium-Löten, oder durch das Ausdampfen von Elementen, z. B. Magnesium, aus dem Grundwerkstoff oder der Lotplattierung beim Vakuumlöten erfolgen.

Beim flussmittelfreien Hart- und Hochtemperaturlöten in speziell entwickelten, elektrisch beheizbaren Vakuumöfen wirkt das Vakuum wie eine reduzierende Atmosphäre. Damit können metallisch blanke Oberflächen für eine

- 3 -

Benetzung des Lotes auf den zu verbindenden Bauteilen erzielt und das Anwachsen von Metalloxidschichten verhindert werden. Nachteilhaft beim Vakuumlöten sind allerdings die erforderlichen technisch aufwändigen und somit teuren Lötanlagen sowie die kostenintensive Vorbehandlung zur Reinigung der zum Löten vorgesehenen Werkstücke.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Lötwerkstück sowie ein Lötverfahren zum flussmittelfreien Löten anzugeben, das wirtschaftlich und ohne erheblichen Aufwand als Alternative zum Löten mit Flussmitteln großtechnisch realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Lötwerkstück mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 oder 11 sowie durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst.

Zur Ausbildung einer stabilen Lötverbindung ist es vorgesehen, das Lot vom Werkstück oder von außen zwischen die miteinander zu verbindenden Werkstücke fließen zu lassen. Es sollte folglich ein Aufreißen oder zumindest teilweises Entfernen der das Lötwerkstück bedeckenden Oxid- und/oder Hydroxidschicht ermöglicht werden, damit das Lot in gebildete Inhomogenitäten, wie Kerben, Poren, Risse oder ähnliches, in der Oxid- und/oder Hydroxidschicht eindringen und eine zuverlässige Lötverbindung zwischen den zu fügenden Werkstücken gewährleistet werden kann.

Der an die Oxid- und/oder Hydroxidschicht angrenzende Grundwerkstoff des Werkstücks weist dabei eine andere Wärmeausdehnung auf als die Oxid- und/oder Hydroxidschicht, wodurch sich infolge der Erwärmung beim Lötvorgang Spannungen in der Oxid- und/oder Hydroxidschicht und im Grenzbe-

reich zwischen dem Grundwerkstoff und der Oxid- und/oder Hydroxidschicht aufbauen.

5 Die natürliche Oxid- und/oder Hydroxidschicht, die sich auf allen der Umgebungsluft ausgesetzten Oberflächen von Werkstücken aus Aluminium oder Aluminiumverbindungen bildet weist üblicherweise eine Dicke kleiner als 10 nm auf und kann an feuchter Luft bis zu 20 nm dick sein. Aufgrund dieser geringen Dicke weist die Oxid- und/oder Hydroxidschicht eine Flexibilität auf, so daß die thermischen Spannungen innerhalb der Oxid- und/oder Hydroxidschicht abgebaut werden können.

15 Ein Grundgedanke der Erfindung ist es, die Dicke, wie mittlere Dicke, der Oxid- und/oder-Hydroxidschicht gezielt so zu wählen, daß thermische Spannungen nicht mehr aufgrund der Flexibilität innerhalb der Oxid- und/oder Hydroxidschicht abbaubar sind. Bei Erwärmung auf Löttemperatur werden die Spannungen so groß, dass sich in der Oxid- und/oder Hydroxidschicht Inhomogenitäten, insbesondere Kerben, Poren und/oder Risse in insbesondere vertikaler Richtung bezüglich der Oberfläche des Lötwerkstücks bilden und dass sich die Oxid- und/oder Hydroxidschicht unter Umständen zumindest teilweise ablöst. Flüssiges Lotmaterial kann dann in die Risse beziehungsweise zwischen das Werkstück und die Oxid- und/oder Hydroxidschicht eindringen.

25 Die Aufgabe der Erfindung wird also dadurch gelöst, dass eine Dicke der an einer Oberfläche des Lötwerkstücks angeordneten Oxid- und/oder Hydroxidschicht größer ist als die Dicke einer natürlichen Oxid- und/oder Hydroxidschicht. Vorteilhaft ist eine Dicke größer 25 nm, besonders bevorzugt eine Dicke größer 50 nm.

- 5 -

Ist die Dicke der Oxid- und/oder Hydroxidschicht besonders groß, wird die gewünschte Rissbildung aufgrund einer inneren Stabilität der Oxid- und/oder Hydroxidschicht erschwert, so daß eine Schichtdicke kleiner 1000 nm, vorzugsweise kleiner 500 nm von Vorteil ist.

5

Bei üblichen Lötbedingungen für Aluminiumwerkstoffe, also Temperaturen etwa zwischen 500 °C und 660 °C, hat sich eine Dicke der Oxid- und/oder Hydroxidschicht zwischen 80 nm und 250 nm als besonders vorteilhaft für die flussmittelfreie Lötbarkeit von Werkstücken, insbesondere Wärmetauscherteilen aus Aluminium beziehungsweise Aluminiumverbindungen erwiesen.

10

Für die Erzeugung einer Oxidschicht vor dem Löten werden zweckmäßigerweise bekannte, vorzugsweise chemische oder elektrochemische oder physikalische Verfahren verwendet. Als chemisches Herstellungsverfahren kommt beispielsweise das Böhmit-Verfahren in Betracht, wodurch die Oxid- und/oder Hydroxidschicht vorteilhaft überwiegend aus Böhmit besteht, wobei eine Expositionszeit von einer Minute bis zu einer Stunde, insbesondere von einer Minute bis zu fünfzehn Minuten, und eine Temperatur von 80 °C bis 150 °C, insbesondere 100 °C bis 120 °C, gewählt werden. Hierbei wird üblicherweise Wasser eingesetzt, das auch Chemikalien enthalten kann. Ebenso kommt eine Temperatur zwischen 15 °C und 80 °C bei einer Werkstücktemperatur bis 550 °C in Frage. Alternativ kann die Oberfläche des Werkstücks zur Ausbildung einer Oxidschicht elektrochemisch behandelt werden. Dafür wird beispielsweise das bekannte Eloxalverfahren, für elektrolytische Oxidation des Aluminiums, angewandt mit einer Expositionszeit von einer Minute bis zu einer Stunde, insbesondere von einer Minute bis zu 10 Minuten, einer Temperatur von 20 °C bis 50 °C und einer Spannung von 40 V. Als Beispiel für eine physikalische Erzeugung einer definierten Oxidschicht kann das PVD-Verfahren (Physical Vapor Deposition) eingesetzt werden, bei

15

20

25

30

dem vorzugsweise eine Biasspannung von -40 V und ein Beschichtungsdruck von $0,1\text{ mbar}$ bis 1 mbar eingestellt werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Ausbildung von Mischoxidschichten, die aus Aluminium- und/oder anderen Oxiden bestehen und über eine chemische Reaktion herstellbar sind.

5

Wegen der Bildung einer Oxid- und/oder Hydroxidschicht, die die Ausbildung von Inhomogenitäten für das einzubringende Lot erlaubt, ist eine solche Vorbehandlung der zu verbindenden Werkstücke gerade für standardisierte Großserienfertigungen besonders geeignet.

10

Ein weiterer Grundgedanke der Erfindung ist es, ein Aufbrechen und/oder Abplatzen der Oxid- und/oder Hydroxidschicht durch gezielte Beeinflussung deren Morphologie zu unterstützen und gegebenenfalls die Aluminium-Oberfläche des Werkstücks für eine besonders gute Benetzung mit Lotmaterial vorzubehandeln.

15

Dies geschieht gemäß einer vorteilhaften Ausführung mit Hilfe von Inhomogenitäten, wie beispielsweise Kerben, Poren und/oder Rissen und ähnlichem, in der Oxid- und/oder Hydroxidschicht. Diese Inhomogenitäten sind vorzugsweise durch chemische und/oder thermische und/oder mechanische Behandlung des Werkstücks in die Oxid- und/oder Hydroxidschicht eingebracht.

20

Bevorzugt während oder nach einer Oxidation wird beispielsweise auf das Lötwerkstück, das heißt auf die Oxid- und/oder Hydroxidschicht, ein Schmiermittel aufgebracht, welches vorteilhafterweise halogenhaltig ist. Innerhalb des nachfolgenden Aufheizenschrittes während des Lötvorgangs wird durch die derartige Modifizierung der Oxidschicht die Bildung von Inhomogenitäten gefördert, und die freigelegte Aluminium-Oberfläche wird durch die

25

- 7 -

Halogenverbindungen derart aktiviert, dass diese mit Lot benetzt werden kann.

5 Der Wegfall eines Verfahrensschrittes einer Flussmittelapplikation ermöglicht eine gemeinsame Durchführung einer thermischen Entfettung und einer Verlötung in einem Lötoven, zum Beispiel in einem Durchlaufoven. Besonders vorteilhaft werden die beiden Verfahrensschritte während eines einzigen Aufwärmvorgangs durchgeführt.

10 Eine thermische Behandlung wird bevorzugt in einen gegebenenfalls ohnehin notwendigen Entfettungsprozess integriert, der zur Entfernung von Schmiermitteln durchgeführt wird. Besonders bevorzugt wird die thermische Behandlung und gegebenenfalls die Thermoentfettung in den Lötvorgang integriert, so daß nur noch eine Erwärmung notwendig ist. Dadurch ist eine
15 weitere Senkung des Verfahrensaufwands möglich.

Zur Vereinfachung des Verfahrensablaufs erfolgt bevorzugt die Beaufschlagung mit den insbesondere halogenhaltigen Schmiermitteln vorzugsweise bei den vorgeschalteten Bearbeitungsprozessen des Werkstoffs, wie dem
20 Tiefziehen, Beschneiden, Stanzen u.a., die verfahrensbedingt bereits eine Schmierung erfordern.

Des Weiteren sollte ohne großen zusätzlichen Aufwand eine Reoxidation an den Stellen der aufgebrochenen Oxidschicht unterbunden werden. Dafür
25 enthalten die halogenhaltigen Schmiermittel Additive, die beim Erhitzen aufgebrochen werden und in ihren Bestandteilen eine Affinität zu Sauerstoff aufweisen, so dass sie den Sauerstoff in unmittelbarer Umgebung der zu fügenden Werkstücke selbst binden und damit die Lötatmosphäre und den Lotfluss verbessern. Als sauerstoffbindende Additive oder Bestandteile kommen
30 dabei vorteilhafterweise Carboxylsäuren, Amine, Schwefel- und/oder

- 8 -

Phosphorverbindungen in Betracht. Auch der Lötvorgang kann durch die Additive beziehungsweise Bestandteile positiv beeinflusst werden.

5 Magnesium bleibt unter Schutzgasatmosphäre in vergleichsweise großen Mengen erhalten, das heißt es verdampft nicht in dem Maße wie unter Vakuum, und kann somit einerseits die Verteilung des flüssigen Lots erleichtern sowie zu einer Verbesserung seiner Festigkeitseigenschaften des Werkstücks nach dem Lötprozess beitragen. Andererseits kann durch das teilweise Verdampfen des Magnesiums das oben beschriebene Aufbrechen der
10 Oxidschicht unterstützt werden und beim Diffundieren des Magnesiums an die Oberfläche durch seine Reaktion mit dem dort befindlichen Restsauerstoff zu Magnesiumoxid (MgO) eine Reoxidation der Aluminium-Oberfläche unterbunden werden. Daher wird zum Verlöten zweckmäßigerweise ein Grundwerkstoff aus Aluminium mit einem erhöhten Magnesium-Gehalt eingesetzt.
15 In besonders vorteilhafter Ausgestaltung des Verfahrens wird ein Grundwerkstoff aus Aluminium mit einem Magnesium-Gehalt größer 0,2 %, insbesondere größer 0,5 %, insbesondere kleiner 2 %, eingesetzt.

20 Dazu, dass die Aluminium-Oberfläche nicht erneut oxidiert wird und die noch bestehende Oxidschicht nicht weiter anwächst, trägt zweckmäßigerweise eine über den gesamten Temperaturbereich reduzierend wirkende Schutzgasatmosphäre bei. Beim Erwärmen und Löten wird daher Schutzgas, vorteilhafterweise Wasserstoff, Argon oder Stickstoff eingesetzt, wobei letzteres besonders kostengünstig ist. Der Einsatz von Schutzgasdurchlauföfen ermöglicht darüber hinaus einen hohen Grad an Automatisierung dieses Ferti-
25 gungsprozesses.

Verwendung findet das beschriebene Verfahren zum flussmittelfreien Löten von Aluminium-Bauteilen wie beispielsweise Rohren, Scheiben, Rippen oder
30 auch Halbzeugen wie Bändern für einen Wärmetauscher, insbesondere im

Automobilbereich. Die erfindungsgemäßen Lötwerkstücke weisen vorzugsweise eine Schicht aus Lotmaterial auf, welches aus einer Aluminiumverbindung besteht.

5 Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass vor dem Schutzgaslöten durch das Versehen einer Oberfläche eines Lötwerkstücks aus Aluminium und/oder Aluminiumverbindungen mit einer Oxid- und/oder Hydroxidschicht und das Beaufschlagen während oder nach der Oxidation mit insbesondere halogenhaltigen Schmiermitteln auf den Einsatz
10 von Flussmitteln beim Löten verzichtet werden kann. Damit ist eine reduzierte Umweltbelastung sowie ein verminderter Geräteverschleiß und damit eine erhöhte Gerätestandzeit verbunden. Außerdem wird die Verwendung von zink- und/oder magnesiumhaltigen Werkstoffen für das Schutzgaslöten ermöglicht oder zumindest erleichtert.

15 Dabei erlaubt die Beaufschlagung mit den halogenhaltigen Schmiermitteln, dass während des Lötvorgangs ein Aufbrechen und/oder Abplatzen der Oxid- und/oder Hydroxidschicht unterstützt und die Aluminium-Oberfläche zugunsten einer verbesserten Lotbenetzung aktiviert wird sowie dass insbesondere durch deren Additive oder Bestandteile, die eine Affinität zu Sauerstoff aufweisen, eine Reoxidation der freigelegten Aluminium-Oberfläche
20 zumindest erschwert wird. Zu letzterem trägt auch die über den gesamten Temperaturbereich reduzierend wirkende Schutzgasatmosphäre bei. Die beim Erwärmen gebildeten Inhomogenitäten können folglich derart mit Lot befüllt werden, dass die Ausbildung von festen und dauerhaften Lötverbindungen ermöglicht wird.
25

Damit ist ein besonders ökonomisches und vergleichsweise einfaches Verfahren zum flussmittelfreien Löten von Aluminium oder Aluminiumverbindungen bereitgestellt, das die Ausbildung besonders stabiler Lötverbindungen,
30

- 10 -

beispielsweise von Aluminium-Bauteilen für Wärmetauscher, mit reproduzierbar gleichbleibender Qualität gewährleistet, wie es gerade für den großtechnischen Einsatz, insbesondere für die Serienfertigung im Automobilbereich, gefordert wird.

5

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 ein Lötwerkstück gemäß der vorliegenden Erfindung,

10

Figur 2 ein Lötwerkstück gemäß der vorliegenden Erfindung und

Figur 3 ein Lötwerkstück während eines erfindungsgemäßen Lötverfahrens.

15

Die nicht maßstabsgetreue Fig. 1 zeigt ein Lötwerkstück 10 mit einem Grundkörper 20 aus einer Aluminiumlegierung, der mit einer Lotplattierung 30 aus einer Aluminiumlegierung mit einer Dicke von etwa 0,1 mm versehen ist. Auf der Oberfläche der Lotplattierung 30 ist eine Böhmitschicht 40 mit einer Dicke von etwa 100 nm aufgebracht.

20

Ein Schmiermittel 50 dient einer Erleichterung von Schneid- oder Stanzprozessen vor dem Lötverfahren. Die Applikation mit dem Schmiermittel 50 kann dabei während oder nach der Oxidation zur Herstellung der Böhmitschicht erfolgen.

25

Fig. 2 zeigt ein Lötwerkstück 110 mit einem Grundkörper 120 und einer Lotplattierung 130, die mit einer inhomogenen Oxid- und/oder Hydroxidschicht 140 bedeckt ist. Die Oxid- und/oder Hydroxidschicht 140 weist Kerben, Poren und/oder Risse 160 auf, in denen die Lotplattierung 130 lediglich mit einer natürlichen Oxid- und/oder Hydroxidschicht 170 von etwa 1 nm bis 5 nm

30

Dicke bedeckt ist. Die Herstellung dieser Inhomogenitäten 160 kann beispielsweise während eines thermischen Entfettungsvorgangs geschehen, insbesondere wenn ein halogenhaltiges Schmiermittel entfernt wird. Bei hohen Temperaturen bewirken beziehungsweise fördern die Halogene die Bildung von solchen Inhomogenitäten.

Die Lötstellen zweier zu verbindender derartig vorbehandelter Werkstücke werden in bekannter Weise und daher nicht dargestellt entsprechend positioniert. Anschließend wird die gesamte Anordnung in einen Schutzgasofen, aus Automatisierungsgründen insbesondere in einen Schutzgasdurchlauf-
ofen, eingebracht, in dem die vorbehandelten Werkstücke erwärmt werden.

Dabei treten einerseits (Fig. 1) Spannungen in der Böhmitschicht 40 und im Grenzbereich zwischen der Lotplattierung 30 Böhmitschicht 40 auf. Diese Spannungen führen bei Erwärmung auf die Löttemperatur gegebenenfalls unterstützt durch das halogenhaltige Schmiermittel 50 zur Bildung von Kerben, Poren und/oder Rissen in der Böhmitschicht 40 vorzugsweise in vertikaler Richtung bezüglich der Oberfläche der Lotplattierung 30 und zum teilweisen Ablösen der Böhmitschicht 40 von der Lotplattierung 30. Andererseits (Fig. 2) wird die Oxid- und/oder Hydroxidschicht 140 aufgrund der Kerben, Poren und/oder Risse 160 ebenfalls teilweise von der Lotplattierung 130 abgelöst.

Wie in Fig. 3 dargestellt ist, umfließt und/oder umspült das Lotmaterial 230 der Lotplattierung während des Lötvorgangs die abgelösten Bruchstücke 280 der Böhmit- beziehungsweise Oxid- und/oder Hydroxidschicht. Dadurch kann das verflüssigte Lotmaterial 230 den aus Aluminium bestehenden Grundkörper 220 des Werkstücks 210 benetzen, womit gewünschte Lötverbindungen ausgebildet werden.

P a t e n t a n s p r ü c h e

- 5 1. Lötwerkstück aus Aluminium und/oder Aluminiumverbindungen, mit
einer an einer Oberfläche des Lötwerkstücks angeordneten Oxid-
und/oder Hydroxidschicht, dadurch gekennzeichnet, daß eine Dicke d
der Oxid- und/oder Hydroxidschicht größer als die Dicke einer natürli-
chen Oxid- und/oder Hydroxidschicht ist.
- 10 2. Lötwerkstück nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß $25 \text{ nm} < d < 1000 \text{ nm}$, insbesondere $50 \text{ nm} < d < 500 \text{ nm}$, insbesondere $80 \text{ nm} < d < 250 \text{ nm}$.
- 15 3. Lötwerkstück nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, daß die Oxid- und/oder Hydroxidschicht überwiegend
aus Böhmit besteht.
- 20 4. Lötwerkstück nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, daß die Oxid- und/oder Hydroxidschicht Inhomogeni-
täten, insbesondere Kerben, Poren und/oder Risse aufweist.
- 25 5. Lötwerkstück nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, daß die Inhomogenitäten durch chemische und/oder
thermische und/oder mechanische Behandlung des Lötwerkstücks in
die Oxid- und/oder Hydroxidschicht eingebracht sind.
- 30 6. Lötwerkstück nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, daß das Lötwerkstück mit einem insbesondere halo-
genhaltigen Schmiermittel versehen ist.

- 5 7. Lötwerkstück nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmiermittel Additive oder Bestandteile wie Carboxylsäuren, Amine, Schwefel- und/oder Phosphorverbindungen aufweist.
- 10 8. Lötwerkstück nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lötwerkstück eine Lotschicht aus einer Aluminiumverbindung aufweist.
- 15 9. Lötwerkstück nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Grundwerkstoff des Lötwerkstücks einen Magnesium-Gehalt größer 0,2 %, insbesondere größer 0,5 %, vorzugsweise kleiner 2 % aufweist.
- 20 10. Lötverfahren zur Verbindung zumindest zweier Werkstücke miteinander, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildetes Werkstück verwendet wird.
- 25 11. Lötverfahren, insbesondere nach Anspruch 10, mit vorgeschalteten Bearbeitungsprozessen zumindest eines Werkstücks, insbesondere Tiefziehen, Beschneiden und/oder Stanzen, dadurch gekennzeichnet, daß eine Beaufschlagung des Werkstücks mit einem insbesondere halogenhaltigen Schmiermittel bei den vorgeschalteten Bearbeitungsprozessen erfolgt.
- 30 12. Lötverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmiermittel Additive oder Bestandteile wie Carboxylsäuren, Amine, Schwefel- und/oder Phosphorverbindungen aufweist.

- 5 13. Lötverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine thermische Entfettung und der Lötvorgang gemeinsam, insbesondere während eines einzigen Aufwärmvorgangs durchgeführt werden.
- 10 14. Lötverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für eine Erwärmung und/oder Lötung ein Schutzgas, insbesondere Wasserstoff, Argon oder Stickstoff eingesetzt wird.
15. Wärmetauscher, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher zumindest teilweise nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche gelötet ist.

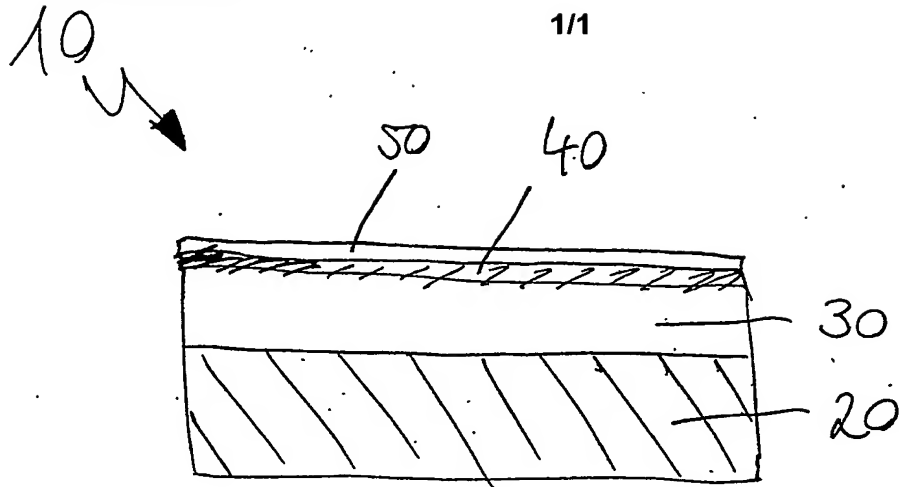


Fig. 1

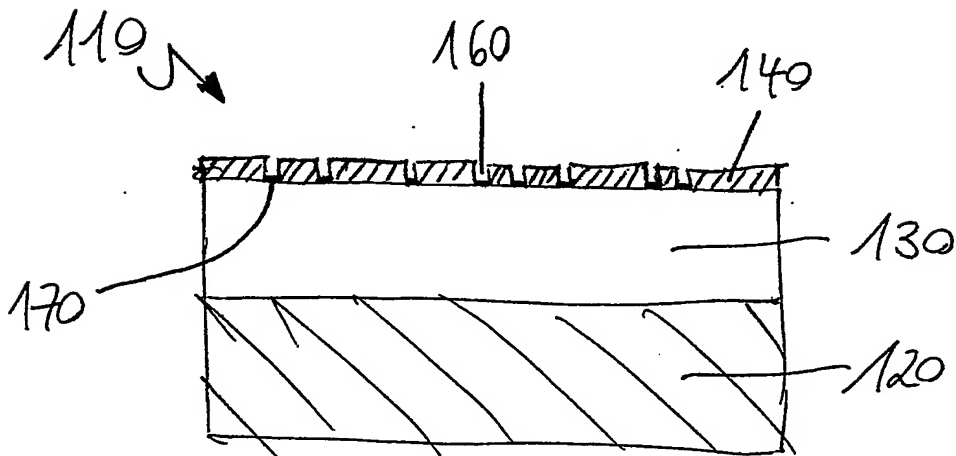


Fig. 2

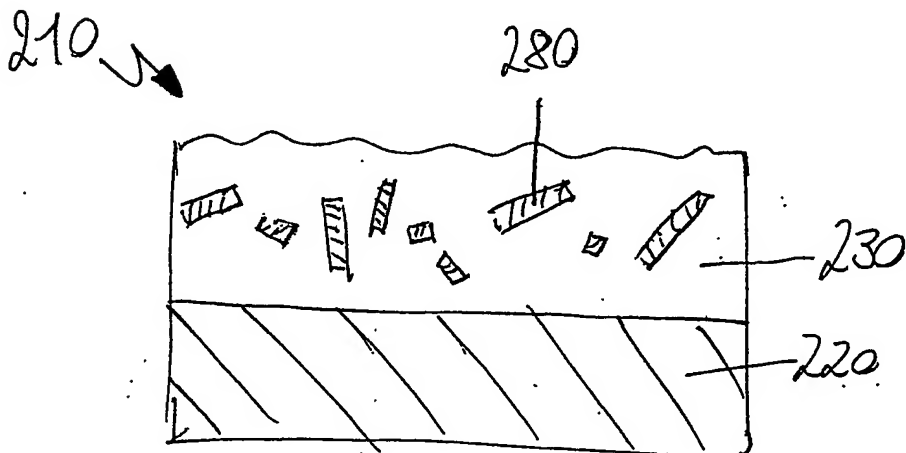


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

EP/EP2004/008801

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B23K35/00 B23K1/20 B23K35/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	WO 03/076113 A (KNOEDLER WOLFGANG ; ENGLERT PETER (DE); HEEB WOLFGANG (DE); BEHR GMBH) 18 September 2003 (2003-09-18) the whole document	1-5, 10, 14, 15
X	US 3 747 199 A (SWANEY O) 24 July 1973 (1973-07-24) the whole document	11-15
A	DE 32 06 809 A (TOELKE HANS FRIEDRICH DIPL ING) 17 February 1983 (1983-02-17) page 3, lines 1-22	1-15
A	US 5 193 739 A (SCHEEL WOLFGANG ET AL) 16 March 1993 (1993-03-16) column 2, line 40 - column 4, line 30; claims 1-10	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 November 2004

Date of mailing of the international search report

23/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rischard, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/008801

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SCHMATZ D J ET AL: "A FLUXLESS PROCESS FOR BRAZING ALUMINUM HEAT EXCHANGERS IN INERT GAS" WELDING JOURNAL, AMERICAN WELDING SOCIETY. MIAMI, US, vol. 62, no. 10, 1 October 1983 (1983-10-01), pages 31-38, XP002029306 ISSN: 0043-2296 the whole document	1-15
A	EP 0 363 580 A (PRODUCTECH GMBH) 18 April 1990 (1990-04-18) claims 1-20	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/008801

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03076113	A	18-09-2003	DE 10210217 A1 WO 03076113 A1	16-10-2003 18-09-2003
US 3747199	A	24-07-1973	NONE	
DE 3206809	A	17-02-1983	DE 3206809 A1	17-02-1983
US 5193739	A	16-03-1993	DE 4041270 A1 AT 98542 T DE 59100736 D1 DK 492095 T3 EP 0492095 A2 ES 2049074 T3 JP 8051273 A	25-06-1992 15-01-1994 27-01-1994 24-01-1994 01-07-1992 01-04-1994 20-02-1996
EP 0363580	A	18-04-1990	DE 3824861 A1 EP 0363580 A1 US 4986463 A	25-01-1990 18-04-1990 22-01-1991

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008801

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B23K35/00 B23K1/20 B23K35/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	WO 03/076113 A (KNOEDLER WOLFGANG ; ENGLERT PETER (DE); HEEB WOLFGANG (DE); BEHR GMBH) 18. September 2003 (2003-09-18) das ganze Dokument	1-5,10, 14,15
X	US 3 747 199 A (SWANEY O) 24. Juli 1973 (1973-07-24) das ganze Dokument	11-15
A	DE 32 06 809 A (TOELKE HANS FRIEDRICH DIPL ING) 17. Februar 1983 (1983-02-17) Seite 3, Zeilen 1-22	1-15
A	US 5 193 739 A (SCHEEL WOLFGANG ET AL) 16. März 1993 (1993-03-16) Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 30; Ansprüche 1-10	1-15
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

16. November 2004

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

23/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rischard, M

C(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	SCHMATZ D J ET AL: "A FLUXLESS PROCESS FOR BRAZING ALUMINUM HEAT EXCHANGERS IN INERT GAS" WELDING JOURNAL, AMERICAN WELDING SOCIETY. MIAMI, US, Bd. 62, Nr. 10, 1. Oktober 1983 (1983-10-01), Seiten 31-38, XP002029306 ISSN: 0043-2296 das ganze Dokument	1-15
A	EP 0 363 580 A (PRODUCTECH GMBH) 18. April 1990 (1990-04-18) Ansprüche 1-20	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008801

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03076113	A	18-09-2003	DE 10210217 A1	16-10-2003
			WO 03076113 A1	18-09-2003
US 3747199	A	24-07-1973	KEINE	
DE 3206809	A	17-02-1983	DE 3206809 A1	17-02-1983
US 5193739	A	16-03-1993	DE 4041270 A1	25-06-1992
			AT 98542 T	15-01-1994
			DE 59100736 D1	27-01-1994
			DK 492095 T3	24-01-1994
			EP 0492095 A2	01-07-1992
			ES 2049074 T3	01-04-1994
			JP 8051273 A	20-02-1996
EP 0363580	A	18-04-1990	DE 3824861 A1	25-01-1990
			EP 0363580 A1	18-04-1990
			US 4986463 A	22-01-1991